

Efecto de brasinoesteroide como complemento de la fertilización edáfica en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*)

Effect of brassinosteroid as a complement of edaphic fertilization in bell pepper (*Capsicum annuum*) cultivation

Paulo Humberto Centanaro Quiroz¹; Dennys Francisco Miranda Quintanilla²;
Ángel Santiago Carrasco Schuldt³; Manuel Oswaldo Santander Villao⁴
{pcentanaro@uagraria.edu.ec; dennysmiranda14@gmail.com;
angelcarrascoschuldt00@gmail.com; msantander@uagraria.edu.ec}

Fecha de recepción: 7 de julio de 2021 — **Fecha de aceptación:** 8 de agosto de 2021

Resumen: El cultivo de pimiento se ha visto favorecido en el país ya que consta de características geográficas, climáticas y de suelos adecuada para su desarrollo, sembrándose en la costa y parte de la sierra, en especial en la provincia del Guayas, Santa Elena y Manabí. Una prioridad de la agricultura moderna es encontrar alternativas respetuosas con el medioambiente que alcance aumentar los rendimientos, dejando de lado el uso indiscriminado de fertilizantes y sustancias químicas. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de brasinoesteroide como complemento de la fertilización edáfica en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), en la época de verano en los meses comprendido de octubre a diciembre. Esta investigación fue de tipo experimental por la manipulación de sus variables se utilizó un diseño de bloques complemente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones para la validación de las medias, se utilizó la prueba de Tukey a través del programa estadístico Infostad. Los resultados obtenidos fueron los siguientes la mayor altura de planta, longitud del fruto número de fruto por planta, peso del fruto, rendimiento y beneficio bruto los obtuvo el tratamiento dos brasinoesteroide con dosis de 1 litro en cada aplicación a los 20 40 y 60 días (tres aplicación). Se concluye que el uso del tratamiento dos influye en el crecimiento de la planta e incrementa los rendimientos con 31370kg/ha, además representa los mayores resultados en la relación B/C CON 1,2 dando como positivo el proyecto, se recomienda utilizar el brasinoesteroide en dosis de un litro por aplicación en etapa de crecimiento y desarrollo del cultivo de pimiento.

Palabras clave — Brasinoesteroide, crecimiento, rendimiento, rentabilidad.

¹Ingeniero Agrónomo, Magíster en Docencia Universitaria.
Universidad Agraria del Ecuador.

²Ingeniero Agrónomo.
Universidad Agraria del Ecuador.

³Ingeniero Agrónomo, Magíster en Agroecología y Agricultura Sostenibles.
Universidad Agraria del Ecuador.

⁴Biólogo, Magíster en Ciencias Internacionales y Diplomacia.
Universidad Agraria del Ecuador.

Cómo citar:

Centanaro Quiroz, P. H., Miranda Quintanilla, D. F., Carrasco Schuldt, A. S., & Santander Villao, M. O. (2021). Efecto de brasinoesteroide como complemento de la fertilización edáfica en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*). Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación, 5(40), 46-52. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol5iss40.2021pp46-52>

Abstract: The cultivation of pepper has been favored in the country since it has geographical, climatic and soil characteristics suitable for its development, being sown on the coast and part of the mountains, especially in the province of Guayas, Santa Elena and Manabí. A priority of modern agriculture is to find environmentally friendly alternatives that can increase yields, leaving aside the indiscriminate use of fertilizers and chemicals. The objective of this research was to evaluate the effect of brassinosteroid as a complement to edaphic fertilization in pepper (*Capsicum annuum*) cultivation, in the summer season in the months from October to December. This research was experimental due to the manipulation of its variables, a completely randomized block design with four treatments and five repetitions was used for the validation of the means, the tukey test was used through the statistical program INFOSTAD. The results obtained were the following: greater plant height, fruit length, number of fruit per plant, fruit weight, yield and gross benefit were obtained by the two Brassinosteroid treatment with doses of 1 liter in each application at 20, 40 and 60 days (three app). It is concluded that the use of treatment two influences the growth of the plant and increases the yields with 31370kg / ha, it also represents the highest results in the B / C CON 1.2 ratio, giving the project as positive, it is recommended to use the brassinosteroid in doses of one liter per application in the growth and development stage of the pepper crop.

Keywords — *Brassinosteroid, growth, performance, profitability.*

INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica ocasiona el equilibrio entre el desarrollo agrícola y los componentes del agro ecosistema, y por esto los plaguicidas botánicos, aplicados tanto preventivamente como para controlar un ataque severo de plagas, respetan este principio, porque además de su efecto tóxico y/o repelente, se descomponen rápidamente y no causan resistencia (Alfonso, 2002).

Los brasinoesteroides pueden ser utilizados en la agricultura tanto como estimuladores del rendimiento de los cultivos como agentes anti estresantes. Destacan por ser sustancias capaces de incrementar la tolerancia de las plantas ante determinados tipos de estrés, tanto biótico como abiótico, lo cual provoca que éstas sean fácilmente resistentes a condiciones desfavorables (Rivas, 2016).

La aplicación de extractos de brasinoesteroides y sus-análogos han demostrado que ayudan a la adaptación, ejemplo de ello es la presencia de una mayor resistencia del tabaco, pimiento, pepino y tomate a virus y hongos patógenos (Mazorra y Nuñez, 2008).

Mazorra y Nuñez (2003), realizaron un estudio con semillas de tomate tratadas con solución de 0,01 mg.L-1 de Biobras-6 presentaron, después de 72 horas de suspensión del riego, un estado hídrico foliar ligeramente más favorable, lo que repercutió en una menor reducción de la altura y el diámetro del tallo.

Jeyakaumar (2003), comenta que aplicaron un brasinólido en diferentes concentraciones de forma foliar a las plantas del clon de banano ‘Robusta’, que incrementó la altura de las plantas (209,6 cm) por aplicación de 0,2 ppm del brasinólido a los cuatro y seis meses después de la plantación y el control obtuvo 205,3 cm, así mismo se incrementó el área foliar (21,65 m² /plantas) y su índice (6,68) significativamente con respecto al tratamiento control, que obtuvo 20,40 m² / plantas y 6,29,

respectivamente. También se evidenció que el tratamiento en el que se aplicó el brasinólido a los 4 y 6 meses después que se sembraron las plantas mejoraron la fotosíntesis neta, ya que alcanzaron valores de 21 mmol CO₂ .m⁻².s⁻¹, mientras que el tratamiento control fue de 19,4 mmol CO₂ .m⁻².s⁻¹. Así mismo, el contenido relativo de agua con un 82,4 % fue superior a los 80,2 % que obtuvieron las plantas del tratamiento control. En cuanto al rendimiento y calidad de los frutos, las plantas del tratamiento antes citado supera a las plantas del tratamiento control en el peso del racimo (incluyendo el raquis) con 21,7 y 20,2 kg, número de manos con 9,53 y 9,42, número de dedos con 115,7 y 112,3; así como en los sólidos solubles totales con 21,5 y 21°Brix, respectivamente.

Grajales y Hernández (2005), reportan que la aplicación de brasinoesteroides incrementó el desarrollo vegetativo de la planta del maíz híbrido Puma-1181, al aumentar la longitud de la hoja, la altura de planta y, por ende, el peso seco del tallo, así mismo se puede lograr que ese rendimiento se dé en pimiento.

(GAMAYO, 2006), indica que el pimiento es más exigente en temperatura que el tomate, pero menos que los principales cultivos bajo invernadero. Este autor indica que soporta muy mal las bajas temperaturas (por debajo de 8 o 10°C las plantas no crecen), las que pueden provocar endurecimientos y enanismo en las plantas; lo que a su vez puede producir un exceso de cuajado de frutos pequeños y de muy mala calidad.

La humedad relativa óptima oscila entre el 50 y el 70%. Humedades más altas favorecen el desarrollo de enfermedades en las hojas y dificultan la fecundación (Guato, 2017).

El pimiento es una planta exigente en luz durante todo su ciclo vegetativo, especialmente en la floración. La falta de luz provoca un cierto ahilamiento de la planta, con alargamiento de los entrenudos y de los tallos, que al quedar más débiles no podrán soportar una cosecha abundante (GUATO, 2017).

METODOLOGÍA

Se trata de una investigación teórica, deductiva, experimental e hipotética.

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar el cual estuvo compuesto de 4 tratamientos en 5 repeticiones. La valoración estadística de los datos se realizó mediante el análisis de varianza, cuyo esquema se detalla en el cuadro 1. Los promedios se compararon a través de la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

RESULTADOS

Altura de planta 40 días

La variable altura de plantas a los 40 días se presenta en la tabla 1, según el análisis de varianza se encontró variabilidad estadística entre los tratamientos siendo el coeficiente de variación 1,46%

Según la validación de las medias con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad estadística el tratamiento que presento el mayor promedio de altura a los 40 días fue el tratamiento dos con 45,60 cm, superior a los demás tratamientos que marcaron diferencias entre tratamiento el tratamiento tres obtuvo promedio de 40,40 cm.

Tabla 1. Altura de plantas 40 días después del trasplante

Tratamientos	Dosis cc/200	Frecuencias	Altura de plantas 40 días	
1	Biotrack	500	20-40-60	43,20 b
2	Biotrack	1000	20-40-60	45,20 a
3	Biotrack	500	30-50	40,40 c
4	Biotrack	1000	30-50	42,60 b
Coeficiente de variación			1,46%	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Miranda, 2020

Altura de planta 70 días

La variable altura de plantas a los 70 días se presenta en la tabla 2, según el análisis de varianza se encontró variabilidad estadística entre los tratamientos con un coeficiente de variación de 2,05%.

Según la prueba de Tukey con su porcentaje de 5% de diferencia arrojó que el tratamiento dos obtuvo el mayor promedio de altura de planta a los 70 días con 84,20 cm; superior estadísticamente de los demás tratamientos, en el último lugar de promedio de altura está el tratamiento tres con 73,60 cm.

Tabla 2. Altura de plantas 70 días después del trasplante

Tratamientos	Dosis cc/200	Frecuencias	Altura de plantas 70 días	
1	Biotrack	500	20-40-60	77,60 b
2	Biotrack	1000	20-40-60	84,20 a
3	Biotrack	500	30-50	73,60 c
4	Biotrack	1000	30-50	77,60 b
Coeficiente de variación				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Miranda, 2020

Número de fruto por plantas

La variable número de fruto se presenta en la tabla 3, encontrándose una diferencia estadística entre los tratamientos presentando un coeficiente de variación de 10,52%

Según la validación de las medias a través de la prueba de Tukey el tratamiento que sobresale en el promedio número de fruto por planta corresponde al tratamiento dos, con 13 pimientos por planta, el mismo que se destaca estadísticamente entre los demás tratamientos, se corrobora que el tratamiento con menos fruto por planta es el T tres con promedio de 8 frutos/planta.

Tabla 3. Número de frutos por planta

Tratamientos	Dosis cc/200	Frecuencias	Número de frutos por planta	
1	Biotrack	500	20-40-60	10,80 b
2	Biotrack	1000	20-40-60	13,00 a
3	Biotrack	500	30-50	7,80 c
4	Biotrack	1000	30-50	9,60 bc
Coeficiente de variación			10,52%	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Miranda, 2020

Longitud de fruto (cm)

La variable longitud del fruto se presenta en la siguiente tabla 4, según el análisis de varianza se encontró variabilidad estadística entre los tratamientos con un coeficiente de variación de 5,62.

El tratamiento que mayor promedio en longitud de fruto obtuvo según la prueba de Tukey fue el T dos con 13,60 cm, diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos, el T cuatro y T uno, tuvieron promedio de 12,40 cm y 11,60 cm respectivamente mientras que el menor promedio fue el T tres con 11,20 cm.

Tabla 4. Longitud del fruto (cm)

Tratamientos		Dosis cc/200	Frecuencias	Longitud del fruto (cm)	
1	Biotrack	500	20-40-60	11,60	b
2	Biotrack	1000	20-40-60	13,60	a
3	Biotrack	500	30-50	11,20	c
4	Biotrack	1000	30-50	12,40	bc
Coeficiente de variación					

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Miranda, 2020

Peso del fruto (g)

La variable peso del fruto se detalla en la tabla 5, según el análisis de varianza se encontró diferencia estadística entre los tratamientos presentando un coeficiente de variación 6,98%.

Según la prueba Tukey que se realizó a las medias de los tratamientos, se puede decir que el tratamiento dos obtuvo el mayor promedio de peso del fruto con 108 g, difiriendo este de los demás tratamientos que obtuvieron promedio que fluctúa de 92,80 g a 83,40 reflejando el menor promedio el T tres.

Tabla 5. Peso del fruto (g)

Tratamientos		Dosis cc/200	Frecuencias	Peso del fruto (g)	
1	Biotrack	500	20-40-60	83,80	b
2	Biotrack	1000	20-40-60	108,00	a
3	Biotrack	500	30-50	83,40	b
4	Biotrack	1000	30-50	92,80	b
Coeficiente de variación					

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Miranda, 2020

Rendimiento

La variable rendimiento se presenta en la tabla 6, según la validación de los tratamientos con el análisis de varianza se encontró diferencia entre ellos con un coeficiente de variación de 8,85%.

Según la validación de las medias a través de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad estadística de los tratamientos se encontró que el tratamiento dos obtuvo el mayor promedio con 31370 kg/ha, superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento tres fue el de menor promedio de rendimiento con 16120kg/ha.

Tabla 6. Rendimiento kg/ha

Tratamientos		Dosis cc/200	Frecuencias	Rendimiento kg/ha	
1	Biotrack	500	20-40-60	22465	b
2	Biotrack	1000	20-40-60	31370	a
3	Biotrack	500	30-50	16120	b
4	Biotrack	1000	30-50	22190	b
Coeficiente de variación					

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Miranda, 2020

DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados arrojados en esta investigación se pueden realizar las siguientes discusiones:

Estudiar el efecto de brasinoesteroide en el rendimiento del cultivo de pimiento

El brasinoesteroide influyó en el rendimiento del cultivo de pimiento de acuerdo a la dosis de aplicación ya que obtuvo mayor cantidad de pimiento por planta y este se reflejó en el promedio general de rendimiento. Esto concuerda con (Rivas 2016) que indica que se puede utilizar en la agricultura como estimulador del rendimiento de los cultivos. (Agromática, 2020) comenta que los brasinoesteroides son considerados la **6ª hormona vegetal** y están ligados al aumento productivo de la planta por una mayor división y alargamiento celular.

Valorar el crecimiento del cultivo de pimiento en base a época de aplicación de brasinoesteroides

El cultivo de pimiento presentó mayor altura de planta a los 40 y 70 días con 42,20 cm y 84,20 cm respectivamente, con el tratamiento que tuvo mayor frecuencia (20-40-60 días dt) y dosis (1000ml/tanque 200litros) de aplicación a diferencia del que tenía menor dosis (500ml/tanque 200 litros) y frecuencia (30-50 días dt) con altura de 40,40 cm y 73,60 cm respectivamente a los 40 y 70 días, influyendo el brasinoesteroides, siendo un elemento que activa el crecimiento de la planta, lo corrobora JeyaKaumar 2003 en un ensayo en plantas del clon de banano 'Robusta' de forma foliar en diferentes concentraciones; en el tratamiento que se aplicó los brasinos obtuvieron mayor altura de planta e índice foliar en comparación al que utilizó menor dosis.

Analizar económicamente los tratamientos mediante la relación beneficio/costo

De acuerdo a los tratamientos en el que se utilizaron diferentes dosis de brasinoesteroide y frecuencia de aplicación se comprobó de acuerdo al costo total, el tratamiento dos obtuvo el valor más alto \$3775,50; influyendo la dosis y la mayor frecuencia de aplicación en el rendimiento que contribuyó a mayor ingresos por venta del producto \$8365, lo que dio como resultado la mayor relación beneficio costo de 1,2 por cada dólar invertido; el agricultor recibe 1,2 dólares, dando resultados positivos en el proyecto agrícola, concuerda con (Díaz, 2007) menciona para que esto exista, los ingresos tienen que ser mayores que los egresos, o sea, es preciso que los ingresos por ventas sean superiores a los costos. (Díaz, 2017) rectifica.

CONCLUSIONES

El uso de brasinoesteroide en dosis de 1litro/ha en tres aplicaciones con frecuencia (20-40-60) días después del trasplante, de forma foliar como complemento a la fertilización edáfica incrementa los rendimientos a 31370kg/ha. A diferencia de haber usado la menor dosis de 1/2litro/ha de brasinoesteroide y dos aplicaciones a los 30 y 50 días después del trasplante con la misma fertilización edáfica, con rendimiento de 16120kg/ha.

La mayor dosis de brasinoesteroide y con tres frecuencias de aplicación en el cultivo de pimiento reflejó mayor crecimiento de planta con altura de 42,40 cm a los 40 días y 84,20 cm a los 70 días; mayor longitud del fruto con 13,60 cm; peso del fruto 108g y número de fruto por planta 13.

Según la interpretación del análisis económico basado en costos fijos, costos variables que complementan al costo total; el valor más alto fue la del tratamiento dos con \$3775, sin embargo también obtuvo el mayor ingreso bruto y neto con valores de \$8365 y \$4590 representando la mayor relación beneficio neto de 1,2 dando como positivo el proyecto utilizando este tratamiento en forma comercial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso, M. (2002). Los plaguicidas botánicos y su importancia en la agricultura orgánica. La Agricultura.
- Gamayo, J. (2006). El cultivo protegido de pimiento. Almería, p. 33 .
- Grajales, y Hernández, M. (2005). Los brasinoesteroides y el desarrollo del maíz híbrido Puma 1181. FESC Divulgación Científica y Multidisciplinaria. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán,, 5-7.
- Guato, M. (2017). “Evaluación del rendimiento de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) A las condiciones agroclimáticas de la comunidad La Clementina, Parroquia Pelileo, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua” Pelileo. Tungurahua.
- Jeyakaumar, P. (2003). Respuesta fisiológica del banano cv. ‘Robusta (AAA) para los reguladores de crecimiento de plantas aplicados foliares en productividad. Madras Agric. J. 90, 702 – 706.
- Mazorra y Núñez. (2003). Influencia de análogos de brasinoesteroides en la respuesta de plantas de tomate a diferentes estrés ambientales. Cultivos Tropicales, 24 (1): 35-40.
- Mazorra y M Núñez. (2008.). Estado actual sobre el conocimiento de la biosíntesis y los mecanismos moleculares de acción de los brasinoesteroides en las plantas. Cultivos Tropicales 9:91-10.
- Rivas, R. (2016). Respuesta de cultivos a Brasinoesteroides. Productores de hortalizas., 1-6.